

Antwort

der Bundesregierung

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hans-Josef Fell, Bärbel Höhn, Sylvia Kotting-Uhl, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN
– Drucksache 16/12616 –**

Offene Fragen zur CO₂-Abspaltung und Endlagerung (CCS)

Vorbemerkung der Fragesteller

Die Bundesregierung hat einen Gesetzentwurf zu CCS verabschiedet, der einen gesetzlichen Rahmen für die Nutzung von CCS sowohl im kleinen Maßstab als auch in großen Anwendungsprojekten vorsieht. Dabei erscheinen noch eine Reihe von Fragen offen, die darauf hinweisen, dass es sich auf absehbare Zeit eher um ein Forschungsfeld als ein Thema für die Anwendung in großen Projekten handelt. Im Folgenden wird die Bundesregierung dazu aufgefordert, die derzeit offenen Fragen zu beantworten.

Vorbemerkung der Bundesregierung

Die Bundesregierung teilt nicht die in der Vorbemerkung der Kleinen Anfrage formulierte Auffassung, dass angeblich bestehende offene Fragen darauf hinweisen, dass es sich bei CCS-Technologien auf absehbare Zeit eher um ein Forschungsfeld als um die Anwendung dieser Technologien in großen Projekten handelt. Vielmehr sind in den vergangenen Jahren bereits national und international umfangreiche Forschungsarbeiten zu CCS-Technologien durchgeführt worden. Aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeiten ist es erforderlich, nunmehr großmaßstäbliche Demonstrationsanlagen zu realisieren. Vom Ergebnis dieser Projekte wird abhängen, ob und gegebenenfalls wie CCS-Technologien in die kommerzielle Nutzung überführt werden.

Da die Demonstrationsanlagen erhebliche Investitionsmittel der Privatwirtschaft erfordern, ist ein Rechtsrahmen erforderlich, der sich auch auf die spätere kommerzielle Anwendungsphase dieser Technologien bezieht. Das Fehlen einer Perspektive für künftige Anwendungsmöglichkeiten auf einer belastbaren Rechtsgrundlage wäre daher ein Investitionshemmnis für die Privatwirtschaft bezüglich der geplanten Demonstrationsanlagen und würde in letzter Konsequenz zur Verhinderung der Entwicklung einer aus heutiger Sicht klima- und energiepolitisch viel versprechenden Technologie führen.

Der dem Deutschen Bundestag vorliegende Gesetzentwurf der Bundesregierung sieht im Übrigen vor, dass die Bundesregierung aufgrund einer umfassenden Evaluierung der Demonstrationsprojekte im Jahr 2015 Vorschläge zur Weiterentwicklung des CCS-Rechtsrahmens vorlegen wird, sofern dies erforderlich sein wird.

Die Bundesregierung weist darauf hin, dass eine Vielzahl der in dieser Kleinen Anfrage gestellten Fragen bereits in dem am 1. April 2009 vom Bundeskabinett beschlossenen Gesetzentwurf sowie seiner ausführlichen Begründung hinreichend beantwortet sind.

Offene Fragen zu den Wirkungen der Nicht-CO₂-Anteile gespeicherter CO₂-Ströme

1. Welches sind die typischen „Verunreinigungen“ – kategorisiert nach den drei Hauptverfahren der Abscheidung: Oxyfuel, post- und pre-Combustion?

Die Zusammensetzung des Kohlendioxidstromes aus einer CCS-Anlage sowie die Konzentration der enthaltenen zwangsläufigen Beimengungen sind abhängig vom CO₂-Abschreibeverfahren und vom Energieträger (z. B. Art und Qualität der Kohle). Als geringfügige Beimengungen können insbesondere auftreten: Staub, Schwefel- und Stickoxide, Schwefelwasserstoff, Kohlenmonoxid, Wasserdampf, Sauerstoff, Stickstoff sowie Lösungsmittelreste (z. B. Monoethanolamin MEA, Selexol). Die Zusammensetzung des Kohlendioxidstromes aus den drei genannten Verfahren hängt von der jeweiligen Prozessführung ab. Dies ist Gegenstand laufender Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Nach derzeitigem Kenntnisstand wird bei Oxyfuel-Verfahren ein vergleichsweise höherer Anteil an Restsauerstoff und anderen Beimengungen, die aus dem Brennstoff resultieren, erwartet. Bei Pre-Combustion-Verfahren ist der Kohlendioxidstrom chemisch reduzierend. Bei Post- und Pre-Combustion-Verfahren können Lösungsmittelreste als Beimengungen enthalten sein.

2. Welche Zusammensetzungen sind daher mit welchen Wirkungen (standortspezifisch und standortunspezifisch) wahrscheinlich?

Welche „typischen“ aggregierbaren Gruppen lassen sich definieren und auf ihre Wirkung hin untersuchen?

Die aus den Beimengungen im Kohlendioxidstrom resultierenden Wirkungen sind ebenfalls Gegenstand der in der Antwort zu Frage 1 genannten laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Die Untersuchungen umfassen die gesamte CCS-Technologieketten von der Abscheidung über den Transport bis zur dauerhaften Speicherung in Gesteinsschichten des geologischen Untergrundes. Zu den untersuchten Wirkungen von Beimengungen im Kohlendioxidstrom zählen beispielsweise

- die Änderung des Phasenverhaltens und der physikalischen Eigenschaften wie der Kompressibilität,
- Auswirkungen auf anlagenspezifische Aufbereitungen des Kohlendioxids bei der Abscheidung,
- Korrosion und andere Materialbeeinflussungen in Pipelines und Anlagenteilen,
- sowie Wechselwirkungen des Kohlendioxidstromes mit Speichergesteinen, Bohrungen und Bohrverschlüssen u. a.

Bestimmte Wirkungen lassen sich oftmals nicht auf einzelne Beimengungen, sondern lediglich auf die gesamte Zusammensetzung des Kohlendioxidstroms zurückführen. Wissenschaftler ordnen die Zusammensetzung des Kohlendioxidstroms und seiner Beimengungen beispielsweise folgenden Gruppen zu:

- Wasser,
- saure Komponenten,
- nicht kondensierbare Komponenten,
- organische Komponenten,
- alkalische Komponenten,
- Schwermetalle,
- feste Komponenten,
- Lösungsmittel und Reagenzien und
- wasserlösliche Komponenten.

3. Welche Umwelteinflüsse ergeben sich aus den unterschiedlichen Zusammensetzungen?

Beeinträchtigungen der Umwelt, die durch unterschiedliche Zusammensetzungen des Kohlendioxidstroms verursacht werden, sind nach gegenwärtigem Stand der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nicht zu erwarten. In Übereinstimmung mit der europäischen CCS-Richtlinie sieht der Gesetzentwurf der Bundesregierung vor, dass die Langzeitsicherheit der Kohlendioxidsspeicher und die Sicherheit der Transport- und Injektionsanlagen durch die Beimengungen im Kohlendioxidstrom nicht beeinträchtigt werden dürfen. Die Bundesregierung verweist im Übrigen auf die Antwort zu Frage 2.

4. Welche Studien sprechen aus Sicht der Bundesregierung dafür, dass die bei den unterschiedlichen Hauptverfahren anfallenden unterschiedlichen Verunreinigungen auch unterschiedlich gesetzgeberisch toleriert werden sollten, oder sollte aus Sicht der Bundesregierung nicht ein maximaler Grenzwert an Verunreinigung vorgegeben werden, das dann auch von allen Verfahren eingehalten werden sollte?

Umfassende Recherchen und Auswertungen von publizierten Forschungsarbeiten und Studien sind der Bundesregierung im Rahmen der für die Beantwortung Kleiner Anfragen vorgesehenen kurzen Fristen nicht möglich. In Übereinstimmung mit der europäischen CCS-Richtlinie sieht der Gesetzentwurf der Bundesregierung vor, dass der Kohlendioxidstrom nur solche Beimengungen enthält, die aus dem Ausgangsmaterial sowie aus den entsprechenden technologischen Verfahren stammen. Der Gesetzentwurf sieht ferner vor, dass die Langzeitsicherheit der Kohlendioxidsspeicher und die Sicherheit der Transport- und Injektionsanlagen durch diese Beimengungen nicht beeinträchtigt werden dürfen.

Offene Fragen zum Speicherpotenzial

5. Welche Methoden verwendet die Bundesregierung zur Bestimmung der Speicherkapazität, und in welchem Maße hängen ermittelte Speicherpotenziale von der verwendeten Methodik ab?

Die Bundesregierung verweist auf ihre Antwort auf die Kleine Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/12672 vom 22. April 2009.

6. Was sind die wichtigsten Parameter zur belastbaren Quantifizierung des Speicherpotenzials einer geologischen Formation?

Die wichtigsten geologischen Parameter für die Abschätzung des CO₂-Speicherpotenzials einer geologischen Formation sind:

- Verbreitung, Tiefenlage und Mächtigkeit des Speichergesteins,
- nutzbare Porosität, Permeabilität,
- Flutungseffizienz, Chemismus des Formationswassers, Temperatur, Druck,
- Deckgebirgsdichtheit,
- sowie strukturelle und hydrodynamische Eigenschaften des Speicherkomplexes.

7. Wie sieht eine geeignete – auch international belastbare – Methodologie zur Herstellung vergleichbarer und realitätsnaher Quantifizierung aus?

Die Bundesregierung verweist auf ihre Antwort auf die Kleine Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/12672, vom 22. April 2009. Die darin aufgeführten Methoden werden international derzeit in ähnlicher Form angewendet, etwa in den Forschungsprojekten GESTCO, GeoCapacity und im Speicheratlas der USA. Allerdings ist die Weiterentwicklung dieser Methoden dringend notwendig, um international vergleichbare Ergebnisse für die Speicherquantifizierung erreichen zu können. Dies geschieht im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Unter anderem wird gegenwärtig im Carbon Sequestration Leadership Forum CSLF an entsprechenden Vergleichen gearbeitet.

8. Welche Wirkungen hat das infolge des Einpressens von CO₂ erfolgende Verdrängen des salzhaltigen Grundwassers in den Tiefenwässern – so genannte saline Aquifere – auf benachbarte oder darüberliegende Grundwasserstockwerke?

Mögliche Auswirkungen von verdrängtem Salzwasser auf um- und darüber liegende Grundwasserleiter müssen standortspezifisch analysiert und ihre Umweltauswirkungen bewertet werden. Gesteinsschichten, bei deren Nutzung als CO₂-Speicher eine Versalzung von für die Trinkwassergewinnung nutzbaren Grundwasserleitern zu befürchten wäre, kommen für die CO₂-Speicherung nicht in Betracht. Dies sicherzustellen, wird eine der Aufgaben der zuständigen Genehmigungsbehörden sein.

9. Kann ein Speicher eine großräumige hydraulische Formation „blockieren“?

Infolge der Kohlendioxid-Speicherung kann es zu einer Veränderung des hydraulischen Systems kommen, was auch Auswirkungen auf andere Nutzungsmöglichkeiten haben kann. Das Ausmaß der Beeinträchtigungen wird fallspezifisch und u. a. von der Menge des gespeicherten CO₂ abhängig sein.

10. Wie sieht die Lebenszyklusanalyse eines CCS-Kraftwerks mit nachgeschalteter CO₂-Speicherung aus?

Hierzu macht die im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) erstellte Studie „Strukturell-ökonomisch-ökologischer Vergleich regenerativer Energietechnologien (RE) mit Carbon Capture and Storage“ Aussagen. Demnach können unter Einbeziehung der Emissionen aus vor- und nachgelagerten Prozessen bei einem technischen Abscheidungsgrad von 88 Prozent am Kraftwerk Emissionsminderungen von 67 bis 78 Prozent erreicht werden.

Offene Fragen zu hydrogeochemischen Prozessen und zur Analyse saliner Aquifere

11. Wie verhalten sich typisch hochsaline Wässer im Zusammenwirken mit den „CO₂-plus-X“-Gemischen, wie sie im Ergebnis des Kraftwerks- und Abscheideprozesses entstehen?

Das Verhalten hängt von der Art der Beimengungen im Kohlendioxidstrom ab. Bei Beimengungen von Schwefeloxiden kann davon ausgegangen werden, dass die korrosive Wirkung der Wässer erhöht wird, da der pH-Wert solcher Wässer niedriger ist als der von Wässern, die mit reinem Kohlendioxid in Kontakt kommen. Dies ist insbesondere für die Langfristdichtigkeit von alten und neuen Bohrlochverschlüssen und die Transport- und Injektionsinfrastruktur von Relevanz. Die geochemischen Reaktionen von Beimengungen des abgeschiedenen Kohlendioxids mit Speichergesteinen und Formationswässern werden gegenwärtig in dem Verbundprojekt COORAL (CO₂-Reinheit für die Abscheidung und Lagerung) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie sowie in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt COSONOSTRA (CO₂-SO₂-NO_x-Stimulated Rock Alteration) untersucht.

12. Lassen sich hydrogeochemische Reaktionen auch über den Grundwasserchemismus erkennen?

Ja. Es gibt Methoden, die es ermöglichen, Fließwege von Wässern und damit Herkunftsgebiete aus deren Zusammensetzung zu ermitteln. Hydrogeochemische Reaktionen lassen sich über den angetroffenen Grundwasserchemismus bestimmen, allerdings ist dies nach Auffassung der damit befassten Wissenschaftler nicht immer eindeutig möglich.

13. Gibt es wegen Veränderungen der Hydrogeochemie in über dem Speicher liegenden Aquiferen Hinweise auf hydraulische Verbindungen oder Leckagen?

Kommt es zu Veränderungen der Hydrogeochemie in über dem Speicher liegenden Aquiferen (z. B. zu Änderungen des pH-Wertes), so könnte dies ein

Hinweis auf eine Leckage oder eine hydraulische Verbindung zum Speicher sein und muss entsprechende gezielte Untersuchungen und bei Vorliegen einer Leckage entsprechende Abhilfemaßnahmen auslösen.

Offene Fragen zu tektonischen Risiken

14. In welchem Maße ist die Einlagerung des CO₂ mit tektonischen Risiken verbunden?

Bereits seit langem ist bekannt, dass durch Fluidinjektionen im Untergrund künstliche Erdbeben ausgelöst werden können. Wissenschaftler sprechen hier von der so genannten induzierten Seismizität. Diese kann zum Beispiel bei der Nutzung tiefer geothermischer Energie, bei der Förderung aus Erdöl- und Erdgaslagerstätten oder bei Wasserspiegelschwankungen von Stauseen auftreten. Bei der Kohlendioxid-Speicherung ist sicherzustellen, dass der kritische Druck zur Rissbildung in den Deckschichten nicht überschritten wird. Sofern der zulässige Druck richtig bestimmt und im Laufe des Betriebs nicht überschritten wird, sind die tektonischen Risiken durch induzierte Seismizität bei der Kohlendioxid-Speicherung als gering einzustufen. Der dem Deutschen Bundestag vorliegende Gesetzentwurf der Bundesregierung enthält Maßgaben für diesbezügliche Anforderungen an Kohlendioxidspeicher und deren Überwachung.

15. In welchem Maße ist die Einlagerung des CO₂ mit dem Risiko von Bergschäden in Form der Geländehebung verbunden?

Aufgrund des Abstandes der mehr als 800 Meter tief liegenden Kohlendioxidspeicher zur Erdoberfläche und der in der Antwort zu Frage 14 bereits angesprochenen Druckbegrenzung in den Speichern sind nach den derzeitigen Erkenntnissen Hebungen über den Zentimeterbereich hinaus nicht zu erwarten. Im Hinblick auf die Speicherprojekte für CCS-Kraftwerke kommerzieller Größe müssen die Möglichkeiten der Geländehebung analysiert und bewertet werden. Hier besteht Forschungsbedarf und internationale Projekte widmen sich dieser Frage. Die Beobachtung von Hebungen ist mit verschiedenen Methoden im Millimeterbereich möglich.

16. In welchem Maße verursacht die Einlagerung des CO₂ unterirdische Frakturen der Deckschichten?

Schließen diese sich wieder mit einer Verringerung des Drucks oder nicht (Entwicklung eines normierten In-situ-Verfahrens zur Bestimmung der mechanischen Belastbarkeit der Gesteine, hier wichtig für die Deckschichten, unter flächiger Druckerhöhung)?

Die Speicherung von Kohlendioxid verursacht keine Frakturen in den Deckschichten, sofern die Injektion von Anfang an so gesteuert wird, dass die Druckerhöhung den kritischen Druck zur Rissbildung in den Deckschichten nicht überschreitet (siehe Antwort zu Frage 14). Der maximale Druck muss deshalb vor Injektionsbeginn in Labor- und Feldexperimenten für die jeweiligen Speicher- und Deckschichten bestimmt und ein belastbarer Grenzwert festgelegt werden, der zur Vermeidung von Frakturen der Deckschichten nicht überschritten werden darf. Eine Verringerung des Drucks verringert die hydraulische Durchlässigkeit von Rissen. Je nach Standortgegebenheiten kann dies auch zu einer vollständigen Schließung der Risse führen.

17. In welchem Maße würden Erdbeben die Dichtigkeit von CO₂-Speichern in Deutschland beeinflussen,
- kurzfristig und
 - langfristig?

Deutschland und insbesondere die für die Kohlendioxidspeicherung infrage kommenden Gebiete im Norddeutschen Becken befinden sich in geotektonisch stabilen Regionen der Erde. Größere Erdbeben sind hier aufgrund der historischen Erfahrungen und aufgrund der vorhandenen geologischen Strukturen nicht zu erwarten.

Kurzfristig könnten Erdbeben größeren Ausmaßes die Dichtigkeit von Kohlendioxidspeichern beeinträchtigen: Risse im Speichergestein und in den Deckschichten könnten zu Migrationswegen für Kohlendioxid und damit zur Undichtigkeit eines Speichers führen. Langfristig sinkt allerdings wiederum das Leckagerisiko, da mit der Zeit ein steigender Anteil des Kohlendioxids kapillar gebunden, gelöst oder im Laufe von sehr langen Zeiträumen auch mineralisiert wird und entsprechend immer weniger freies Kohlendioxid vorhanden ist.

Von Erdbeben, deren Bruchfläche nicht den Bereich des Speichers erreicht, geht nach derzeitigem Kenntnisstand keine Beeinträchtigung des Kohlendioxidspeichers aus.

In Deutschland ist das Gefährdungspotenzial durch Erdbeben sehr gut bekannt. Der Gesetzentwurf der Bundesregierung sieht vor, dass das Gefährdungspotenzial der Kohlendioxidspeicher durch Erdbeben in die Standortbewertung einzu beziehen ist.

Offene Fragen zu Bohrlochverschlüssen

18. Wie und wie schnell lassen sich Bohrlöcher lokalisieren?
19. Welcher Überwachungsmessbedarf und welche Kosten wären damit verbunden?

Seit 1904 existiert für Deutschland eine Bergverordnung für Tiefbohrungen, Tiefspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen (Tiefbohrverordnung, BVT). Alle seit dieser Zeit niedergebrachten Bohrungen waren und sind den Bergämtern mit markscheiderischer Einmessung meldepflichtig beziehungsweise genehmigungspflichtig. Daher sind alle diese Bohrungen in Deutschland mit ihren Koordinaten bereits erfasst und kartenmäßig dargestellt. Zusätzliche Kosten für die Lokalisierung entstehen daher nicht. Insbesondere alte, nicht CO₂-resistente Bohrlochverschlüsse von Bohrungen im Bereich von Kohlendioxidspeichern können jedoch eine bohrlochspezifische Überwachung und ggf. Neuverfüllung notwendig machen.

20. Wie können Bohrlöcher wieder dauerhaft verschlossen werden?

In Deutschland sind die nicht mehr in Betrieb befindlichen Bohrungen verschlossen oder bergmännisch verfüllt. Dies schreibt die Bergverordnung für Tiefbohrungen, Tiefspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen (Tiefbohrverordnung (BVT)) zwingend vor. Ob und wieweit alte Bohrlochverschlüsse neu verfüllt werden müssten, um dauerhaft auch den korrosiven Eigenschaften des gespeicherten CO₂-Stroms und seinen Beimengungen widerstehen zu können, ist bislang noch nicht mit hinreichender Sicherheit geklärt. Hier besteht Forschungsbedarf. Der IPCC-Bericht (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change) zu Carbon Capture and Storage sieht

hier das größte Leckagerisiko. Neue Kohlendioxid-Injektionsbohrungen können nach Ende ihrer Nutzung durch adäquate Zementation dauerhaft verfüllt werden. Aus der Erdöl- und Erdgasindustrie sind entsprechende Verfahren bekannt und gängige Praxis. Mit Blick auf die Kohlendioxid-Speicherung werden auf dieser Grundlage spezielle Verfahren und einzusetzende Materialien zurzeit in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsprojekten untersucht und weiterentwickelt. Dem CO₂-Testspeicher Ketzin kommt bei diesen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten besondere Bedeutung zu.

21. Kann die Bundesregierung sicherstellen, dass sämtliche Bohrlöcher vor der CO₂-Einspeisung lokalisiert und dauerhaft verschlossen werden, und falls ja, wie?

Die Bundesregierung verweist auf die Antwort zu den Fragen 18 und 20. Zuständig für Lokalisierung und Sicherstellung des ordnungsgemäßen Verschlusses von Bohrungen sind die Fachbehörden der Bundesländer. Der dauerhafte Verschluss von Bohrungen muss durch die Betreiber gewährleistet und gegenüber den zuständigen Landesbehörden nachgewiesen werden.

22. Wie lässt sich die Beschaffenheit verfüllter Bohrungen erkunden?

Nach den Vorschriften des Bundesberggesetzes erfolgt die Verfüllung von Bohrungen nach Richtlinien und Kriterien der zulassenden Bergbehörden der Länder auf der Grundlage der Bergverordnung für Tiefbohrungen, Tiefspeicher und für die Gewinnung von Bodenschätzen durch Bohrungen (Tiefbohrverordnung BVT)). Dazu sind vom jeweiligen Betreiber detaillierte Verfüllungspläne, Bohrlochbilder und Arbeitsprotokolle zu erstellen, die den Arbeitsablauf, die Bohrlochsituation, chemische Zementrezepturen usw. einschließen und von den Bergbehörden der Länder zu genehmigen und zu überwachen sind. Die Qualität der baulichen Beschaffenheit verfüllter Bohrungen ist dadurch bekannt. In Zweifelsfällen kann darüber hinaus die Qualität des verwendeten Verfüllzementes durch die Entnahme einer Zementprobe und die Durchführung entsprechender Analysen ermittelt werden.

23. Welche Verfahren sind denkbar, um sicher und in einem vertretbaren Kostenrahmen ehemalige Bohrlöcher wieder zu verschließen, und welche Erfahrungswerte liegen bezüglich der Kosten jeweils für den Bohrlochverschluss,
 - a) pro Bohrloch,
 - b) pro Speicherfeld und
 - c) insgesamt für Deutschland im Falle der großtechnischen Anwendung vor?

Sofern die Verfüllungen einzelner ehemaliger Bohrungen im Bereich von Kohlendioxidsspeichern den erforderlichen technischen Standards nicht genügen, müssten diese neu verfüllt werden. Präzise Angaben zu den dafür erforderlichen Kosten sind der Bundesregierung nicht möglich; sie sind abhängig von den spezifischen Bedingungen der jeweiligen Felder, den Bohrungen und anderen relevanten Parametern wie z. B. Teufe, Durchmesser, gegebenenfalls zu entfernende Verrohrungen, Lithologie, Lagerstätteninhalt, Anzahl der abzusperrenden Horizonte und neu einzusetzende Zementabsperungen.

24. Sind die Langzeitbeständigkeiten gängiger Zemente unter dem Einfluss von Druck, Kohlensäure und hochsalinen Wässern bekannt?
25. Welche Materialien müssen neu entwickelt werden, und welche Zeiträume erwartet die Bundesregierung für deren Entwicklung und Erprobung; d. h. wie würde sich die Notwendigkeit neu zu entwickelnder Materialien auf die Dauer der CCS-Erforschung auswirken?
Wie viele Jahre würde ihre Entwicklung und Erprobung in Anspruch nehmen (gegebenenfalls vergleichbare Erfahrungswerte)?

Die Langzeitbeständigkeit von Zementen unter hohen Druck und Temperaturen sowie im Einflussbereich hoch salinärer Wässer und korrosiver Gase ist aus der Erdöl- und Erdgasspeicherung über Jahrzehnte untersucht und bekannt. Beispielsweise sind die Zementationsverfahren bei Erdgas-Speicherbohrungen in Salzkavernen und der Nachweis Ihrer Gasdichtigkeit mit Stickstoff ein erprobtes Verfahren für die behördlichen Betriebszulassungen in der EU. Im Hinblick auf die CO₂-Speicherung liegen bisher allerdings nur Erfahrungen aus einer sehr begrenzten Zahl von großtechnischen Projekten vor. In aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten wird der langfristige Einfluss von Kohlendioxid auf die Festigkeit und Rückhaltefähigkeit von Zement untersucht. Diesbezügliche Untersuchungen kommen wiederholt zu dem Schluss, dass die Degradationsraten sehr unterschiedlich ausfallen können. Hier besteht deshalb weiterer Forschungsbedarf.

Offene Fragen zu Monitoringtechniken

26. Welche erwiesenermaßen gut funktionsfähigen Techniken gibt es zur Visualisierung des CO₂ im Untergrund, und als wie zuverlässig betrachtet die Bundesregierung diese Techniken?

Zur Visualisierung des Verhaltens von Kohlendioxid in Speichergesteinen werden geophysikalische (insbesondere seismische und geoelektrische) Methoden sowie geochemische und mikrobiologische Überwachungsverfahren eingesetzt. Letztere erfordern Überwachungsbohrungen bis in die Zielhorizonte der für die CO₂-Speicherung genutzten geologischen Schichten. Die Messdaten dieser Überwachungsmethoden dienen dann zur dreidimensionalen Darstellung der Ausbreitung des Kohlendioxids. Die verschiedenen Methoden zur Visualisierung werden zurzeit unter anderem am Kohlendioxid-Testspeicher Ketzin untersucht und weiterentwickelt. Nach derzeitigem Kenntnisstand eignen sich seismische Verfahren am besten zur Visualisierung von Strukturen und Gasanreicherungen im Untergrund von der Erdoberfläche aus. Diese Technik ist bereits seit Jahrzehnten in der Erdöl- und Erdgasexploration etabliert. Durch wiederholte seismische Messungen (so genannte 4D-Seismik) lässt sich die zeitliche Ausbreitung von Kohlendioxid im Speichergestein verfolgen und darstellen. Dabei variiert die Auflösungsgenauigkeit in Abhängigkeit von der Tiefe, den geologischen Eigenschaften des Untergrundes, der Menge des gespeicherten CO₂ und weiteren Parametern. Sind die erforderlichen Auflösungsgenauigkeiten mit seismischen Verfahren nicht zu erreichen, bedarf es der Kombination mehrerer unterschiedlicher Techniken, um Rückschlüsse auf die Quantität und Ausbreitung des CO₂ ziehen zu können. Die Bundesregierung verweist dazu auf den Bericht „Best practice for the storage of CO₂ in saline aquifers“ (CHADWICK et al. 2008), der im Auftrag der EU-Kommission und des IEA Greenhouse Gas R&D Programme in enger Zusammenarbeit mehrerer geologischer Dienste und der Industrie erstellt worden ist.

27. Trifft es zu, dass je nach Verbreitung der CCS-Technik in der Zukunft tausende oder zehntausende Bohrlöcher zu überwachen sein werden?

Die Frage lässt sich in dieser Form nicht beantworten. Die Anzahl der zu überwachenden Bohrlöcher hängt von der Lage, Zahl und Ausdehnung der CO₂-Speicher in Deutschland ab.

28. Wer trägt die Kosten für die Überwachung?

Der Gesetzentwurf der Bundesregierung sieht vor, dass der Betreiber des Kohlendioxid-speichers bis zur Übertragung der Verantwortung bei Nachweis der Langzeitsicherheit die Kosten der Überwachung trägt, das heißt für eine ca. 40 jährige Betriebsphase und anschließend für mindestens weitere 30 Jahre nach Abschluss der Stilllegung. Darüber hinaus hat der Betreiber einen Nachsorgebeitrag zu entrichten, der mindestens die vorhersehbaren Aufwendungen der Überwachung während eines Zeitraums von 30 Jahren nach Übertragung der Verantwortung auf die öffentliche Hand deckt.

29. Welche Techniken sind geeignet, um CO₂ in einem Kilometer Tiefe oder größeren Teufen aus der Ferne zu lokalisieren, zu quantifizieren und die Ausbreitung zu überwachen?
30. Welche Techniken sind zweckmäßig, um CO₂ in einem Kilometer Tiefe oder größeren Teufen aus der Nähe zu überwachen?

Die Bundesregierung verweist auf die Antwort zu Frage 26. Für die Überwachung aus der Nähe sind geophysikalische und geochemische Messmethoden in der Injektionsbohrung oder in Überwachungsbohrungen möglich.

31. Welche Aussagen treffen Computersimulationen zur Ausbreitung und Sicherstellung der Speicherung gegenwärtig, und in welche Richtung muss die Fortentwicklung gehen?

Computersimulationen können Vorhersagen zu den Prozessen der Kohlendioxid-Speicherung liefern, indem unterschiedliche Szenarien mit bestimmten Eingangsparametern modelliert und anhand konkreter Messwerte überprüft werden. Beispiele sind die Ausbreitung des Kohlendioxids im Speicher, thermisch-geochemische Reaktionen, Injektionsstrategien und die geomechanische Integrität der Deckschichten. Die Herausforderung besteht darin, die komplexen geochemisch-physikalischen Interaktionen unterschiedlicher Parameter zu modellieren. Hierfür bedarf es des kontinuierlichen Abgleichs und der Verbesserung des Computermodells für die Zwecke der CO₂-Speicherung.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht aus Sicht der Bundesregierung insbesondere noch bei Prozesskopplungen und bei der Entwicklung von Methoden zur Maßstabsübertragung von Laborversuchen (im Zentimeterbereich) über die Bohrlochmessungen (im Meterbereich) auf die Speicherkomplexe (im hundert Meter bis Kilometerbereich).

Offene Fragen zu Schadensvorsorge und -beseitigung

32. Wie schnell und sicher lässt sich ein Bohrlochverschluss – falls undicht geworden – wieder schließen?

Der Verschluss einer Bohrung in einem akuten Leckagefall ist bei der Erdöl- und Gasförderung sowie der Erdgasspeicherung Stand der Technik und kann bei Anwesenheit von entsprechender Infrastruktur am Bohrloch entsprechend schnell durchgeführt werden. Im Übrigen wird auf die Antwort der Bundesregierung zu Frage 50 der Kleinen Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/12672 vom 22. April 2009, verwiesen.

33. Lässt sich ein Speicher durch Entleeren und „Umspeichern“ des CO₂ im Leckagefall teilweise retten?

Eine Rückförderung des eingespeicherten Kohlendioxids ist prinzipiell technisch möglich, soweit es sich noch nicht im Formationswasser gelöst hat oder in Poren des Speichergesteins kapillar gebunden ist. Durch eine derartige Maßnahme würde sukzessive der Druck in der Lagerstätte verringert. Je nach Lage der vorhandenen Bohrungen und dem Ort der Leckage könnte es erforderlich sein, zu diesem Zweck eine neue Bohrung niederzubringen.

34. Wie lassen sich – im Leckagefall entlang ehemaliger Bohrlöcher – Trinkwasserreserven vor dem Einbruch stark salzhaltiger und mit anderen – möglicherweise toxischen – Mineralien verunreinigter Wässer schützen?

Aus der Erdöl- und Erdgasindustrie sind entsprechende Verfahren bekannt und Stand der Technik. Bezüglich der Einzelheiten wird auf die Antwort zu den Fragen 20 bis 25 verwiesen.

35. Welche Analysen, Abschätzungen, Untersuchungen liegen der Bundesregierung für die verschiedenen negativen Folgen im Falle von Leckagen vor?
Gibt es Störfallanalysen oder Berechnungen des möglichen Schadensausmaßes?

Die Bundesregierung verweist auf ihre Antwort zu Frage 27 der Kleinen Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/12672 vom 22. April 2009. Störfallanalysen oder Berechnungen des möglichen Schadensausmaßes sind der Bundesregierung nicht bekannt.

36. Gibt es diesbezüglich geeignete Pläne zur Beseitigung und zum Management möglicher Havarien?

Nein. Derartige Pläne gibt es nicht. Die Bundesregierung geht jedoch davon aus, dass mittels der Anforderungen des von der Bundesregierung vorgelegten CCS-Gesetzesentwurfs hinreichende Sicherheitsvorkehrungen und Anforderungen definiert sind, um eine sichere Erprobung der CO₂-Speicherung und möglicherweise kommerzielle Anwendung zu ermöglichen.

Offene Fragen zu Grundwasser- und Bodenschutz bei Anwendung der CCS-Technik

37. In welchem Maße steigt dauerhaft der Druck „nur“ im Untergrund?

Der Druckanstieg im Untergrund lässt sich nicht pauschal quantifizieren. Er hängt von der Gesamtmenge des injizierten Kohlendioxids, von der Injektionsrate sowie von den Permeabilitäten der Speichergesteine und Deckschichten und dem gesamten hydraulischen System ab. Die Druckentwicklung lässt sich allerdings durch Computersimulationen vorhersagen.

38. In welchem Ausmaß baut sich dieser erhöhte Druck wegen des Umfließens oder des Durchfließens weniger permeabler Schichten über, unter oder neben der Speicherformation wieder ab?

Der Druckabbau ist abhängig von den geologischen und hydraulischen Gegebenheiten des Systems im Speicherkomplex. Wie in der Antwort zu Frage 37 ausgeführt, lässt er sich näherungsweise durch Computersimulationen vorher sagen. Dabei sind die Ergebnisse allerdings abhängig vom Design des Simulationsprogramms sowie den berücksichtigten Parametern und den verwendeten Daten. Die diesbezüglichen Programme müssen deshalb für die Fragen der CO₂-Speicherung weiterentwickelt werden.

39. Wohin fließt das verdrängte saline Wasser?

Auch die Fließrichtung und -distanz von Formationswässern sind abhängig von den geologischen und hydraulischen Eigenschaften des Systems im jeweiligen Speicherkomplex.

40. In welchem Maße beeinträchtigt die CO₂-Einbringung in den Untergrund, trinkbares Grundwasser durch den Zufluss verdrängter saliner Wässer samt Verunreinigung oder CO₂-Leckagen aus der Formation?

Eine dauerhafte Kohlendioxid-Speicherung ist nach dem Kohlendioxidspeichergesetzentwurf der Bundesregierung nur an solchen Standorten genehmigungsfähig, an denen gewährleistet ist, dass weder das injizierte Kohlendioxid noch das verdrängte saline Formationswasser in das trinkbare Grundwasser eindringen können.

41. Wie empfindlich sind Ökosysteme im tiefen Untergrund oder die Bodenzone gegenüber Milieuveränderungen durch CO₂ oder verdrängte saline Wässer?

Die Ökosysteme im tieferen geologischen Untergrund und deren Beeinflussung durch Kohlendioxid bzw. saline Formationswässer sind noch nicht umfassend bekannt und derzeit Gegenstand der Forschung. Der Einfluss von Salzwasser bzw. Kohlendioxid auf die Bodenzone ist hingegen sehr gut bekannt und hängt standortspezifisch von den physikalischen und chemischen Randbedingungen ab. Im Rahmen des im 6. EU-Forschungsrahmenprogramm geförderten Exzellenznetzwerks „CO₂GeoNet“ wurden die Auswirkungen von erhöhten Kohlendioxid-Konzentrationen an natürlichen Kohlendioxid-Austritten auf die Bodenorganismen untersucht. Eine Erhöhung der Kohlendioxid-Konzentration im Boden beeinflusste dabei sowohl die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft als auch Wachstum, Ausprägung und Überlebensfähigkeit der Pflanzen.

Ebenso nahmen die Zahl und die Aktivität von Mikroorganismen bei sehr hohen Kohlendioxid-Konzentrationen deutlich ab.

42. Was sind die Folgen erhöhter CO₂-Konzentrationen auf die Flora und Fauna in einer mit erhöhten CO₂-Konzentrationen befruchteten Bodenschicht, an der Erdoberfläche oder am Meeresboden?

Eine Erhöhung der Kohlendioxid-Konzentration im Boden beeinflusst sowohl die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft als auch Wachstum, Ausprägung und Überlebensfähigkeit der Pflanzen. Ebenso nehmen die Zahl und die Aktivität von Mikroorganismen bei sehr hohen Kohlendioxid-Konzentrationen deutlich ab.

Erste Untersuchungen zu den Auswirkungen einer erhöhten CO₂-Konzentration auf Flora und Fauna am Meeresboden wurden im Rahmen einer „Studie zur marinen CO₂-Sequestrierung durch Untersuchung natürlicher hydrothermalen CO₂-Ausstritte im nördlichen Westpazifik“ (SUMSUN) durchgeführt. Auch wenn die Auswertungen noch nicht abgeschlossen sind, lässt sich bereits vorab feststellen, dass die Makrofauna direkt an der CO₂-Austrittsstelle und auf dem umgebenden Sediment unterschiedlich auf die erhöhte CO₂-Konzentration reagiert.

Die Berichte „Environmental Assessment for CO₂ Capture and Storage“ und „Study of Potential Leaks from Onshore CO₂ Storage Projects on Terrestrial Ecosystems“ des Greenhouse Gas R&D-Programme erwarten im Fall eines CO₂-Austritts weit reichende Veränderungen der Biodiversität und der gesamten Nahrungskette an den Orten des Austritts und betroffener Boden- und oberflächennaher Schichten. Dies gilt sowohl On- als auch Offshore.

Mit dem Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre steigt jedoch auch die CO₂-Konzentrationen der Weltmeere insgesamt. Die biologischen und chemischen Verhältnisse im Meer unterliegen infolge dessen bereits heute tief greifenden Änderungen: Absinken des pH- Wertes (Versauerung), Beeinflussung der biologischen Kalzifizierung, Verschiebung in der Artenzusammensetzung pflanzlicher Organismen, veränderte Bindungsverhältnisse von lebensnotwendigen Spurenelementen. Diese Konsequenzen ansteigender CO₂-Konzentrationen im Meerwasser sind bisher nicht hinreichend untersucht. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung plant zu diesem Themenkreis die Förderung eines umfangreichen Verbundvorhabens (BIOACID: Biological Impacts of Ocean Acidification) ab September 2009.

Offene Fragen zum Thema Pipelinetransport

43. Welchen stündlichen Volumenstrom CO₂ hat eine CO₂-Pipeline?

Ein typischer Wert für den stündlichen Kohlendioxid-Volumenstrom unter Normbedingungen ist 300 000 Nm³ pro Stunde. Da das Kohlendioxid unter hohem Druck in flüssiger oder annähernd flüssiger (in der Wissenschaftssprache der Thermodynamik als „überkritisch“ bezeichneter) Form transportiert wird, nimmt es ein wesentlich geringeres Volumen ein.

44. Wie viel CO₂ erzeugt ein 800 MW-CCS-Kraftwerk stündlich, und welche Pipelinegröße ist erforderlich, um das anfallende CO₂ abzuleiten?

Ein modernes Braunkohlekraftwerk mit 800 MW_{el} (Kraftwerksbruttoleistung) erzeugt etwa 760 Tonnen Kohlendioxid pro Stunde. Im Jahr entspricht das bei

rund 7 500 Betriebsstunden einer Gesamtmenge von 5,7 Mio. Tonnen. Die Pipelinegröße ist sehr stark abhängig vom Kompressionsdruck, vom Kohlendioxid-Abscheidegrad und von weiteren Faktoren. Erfahrungen mit dem seit 30 Jahren in den USA betriebenen Kohlendioxid-Pipelinennetz zeigen, dass der Kohlendioxid-Transport von 5 Mio. Tonnen pro Jahr mit einer 14-Zoll-Pipeline möglich ist.

45. Was kosten 100 Kilometer CO₂-Pipeline für eine Pipeline optimaler Größe (bitte unterscheiden nach Planungskosten, Installationskosten und Betriebskosten)?
46. Was kosten 100 Kilometer CO₂-Pipeline für eine Pipeline, die für ein 800-MW-Kraftwerk ausgelegt ist (bitte unterscheiden nach Planungskosten, Installationskosten und Betriebskosten)?

Die Investitionskosten für CO₂-Pipelines sind u. a. abhängig von Rohstoffpreisen, der geplanten Kapazität, der Wegsamkeit des zu bebauenden Geländes, den Sicherheitsanforderungen in Abhängigkeit von der Besiedlungsdichte, etc. Die Investitionskosten werden im IPCC Sonderbericht CCS auf 20 bis 160 Mio. US-Dollar pro 100 Kilometer veranschlagt (Preisangaben aus den Jahren 2000 bis 2004). Zur Differenzierung zwischen Planungskosten, Installationskosten und Betriebskosten liegen der Bundesregierung keine Informationen vor.

47. Wer soll die CO₂-Pipelines finanzieren (rein private Finanzierung, rein staatliche Finanzierung, Private-Public-Partnership, private Finanzierung mit staatlichen Subventionen)?

Nach Auffassung der Bundesregierung ist es Aufgabe der Betreiber, die Transporteinrichtungen für Kohlendioxid zu errichten und zu finanzieren.

48. Beabsichtigt die Bundesregierung Subventionen oder sonstige Unterstützungsmaßnahmen für CO₂-Pipelines?

Die Bundesregierung verweist auf ihre Antwort zu Frage 21 der Kleinen Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/12672 vom 22. April 2009.

49. Wie bewertet die Bundesregierung die Aussagen des RWE-Vorstandsvorsitzenden Dr. Jürgen Großmann, dass der Staat den Bau, die Finanzierung und den Betrieb eines nationalen CO₂-Pipelines-Netzes übernehmen soll und wie positioniert sich die Bundesregierung zu dieser Frage – gerade vor dem Hintergrund des starken Engagements der Bundesregierung in Brüssel gegen eine eigentumsrechtliche Entflechtung von Strom- und Gasnetzen (siehe <http://www.iz-klima.de>)?

Auf die Antwort zu Frage 48 wird verwiesen.

50. Ab welcher CCS-Kraftwerkskapazität erscheint es für die Bundesregierung sinnvoll, dass CO₂-Pipelines genehmigt und gebaut werden?

Der Bundesregierung liegen keine diesbezüglichen Abschätzungen vor.

51. Wie will die Bundesregierung CO₂-Pipelines sicher vor Terroranschlägen und Sabotageakten schützen?

Die Bundesregierung verweist auf ihre Antwort zu Frage 100 der Kleinen Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „Zukunft der Kohleverstromung“ vom 5. Mai 2008 (Bundestagsdrucksache 16/9032).

52. Inwiefern wären notwendige CO₂-Pipeline-Projekte mit dem aktuellen Ethylen-Pipeline-Großprojekt in Süddeutschland vergleichbar, hinsichtlich
- a) Aufwand,
 - b) Zeitdauer und
 - c) Kosten?

Der Bundesregierung liegen keine Informationen über Aufwand, Zeitdauer und Kosten der Ethylen-Pipeline in Süddeutschland vor. Die Genehmigung derartiger Pipelineprojekte fällt in die Zuständigkeit der Bundesländer; die Pipelines werden von Privaten errichtet und betrieben. Daher ist keine Aussage über deren Vergleichbarkeit mit Kohlendioxid-Pipeline-Projekten seitens der Bundesregierung möglich.

53. Wie viele Grundstückseigentümer wären ungefähr betroffen von einer CO₂-Pipeline nach Norddeutschland, die von bestimmten Kraftwerkstandorten in
- a) Baden-Württemberg und
 - b) Bayern ausgeht?

Der Bundesregierung liegen hierzu keine Informationen vor.

Offene Frage zur Fahrweise von CCS-Kraftwerken

54. Welchen Einfluss hat die CO₂-Abscheidung auf die Fahrweise von CCS-Braunkohle- und Steinkohlekraftwerken im Vergleich zu Kohlekraftwerken ohne CO₂-Abscheidung – insbesondere hinsichtlich der Teillastfähigkeit sowie der Fähigkeit des flexiblen Auf- und Abfahrens?

Die Errichtung von CCS-Kraftwerken ist sehr kapitalintensiv und technisch komplex. Da die variablen Stromerzeugungskosten bei solchen Kraftwerken verhältnismäßig niedrig sind, dürften sie bevorzugt im Grundlastbetrieb gefahren werden; bei CCS-Kraftwerken mit vorgeschalteter Kohlevergasung wäre eine relativ flexible Fahrweise möglich.

Offene Frage zum Einbau von Abscheidungstechnologien in Kraftwerken

55. Was versteht die Bundesregierung konkret unter „Capture Ready“?

Die Bundesregierung verweist auf ihre Antwort zu den Fragen 92 bis 95 der Kleinen Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „Zukunft der Kohleverstromung“ vom 5. Mai 2008 (Bundestagsdrucksache 16/9032) sowie auf die Anforderungen des Artikels 6 im Gesetzentwurf der Bundesregierung zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid sowie auf die Begründung zum Gesetzentwurf (Bundestagsdrucksache 16/12782 vom 27. April 2009).

56. Welche Kraftwerksbetreiber haben bislang schriftlich zugesichert, diese Kraftwerke mit der CCS-Technologie nachzurüsten?
Würde die Bundesregierung eine solche Zusage grundsätzlich begrüßen, und falls nein, weshalb nicht?
57. Welche Kraftwerksbetreiber haben bislang schriftlich zugesichert, zukünftige Kohlekraftwerke mit Nachrüstooption tatsächlich nachzurüsten?
Würde die Bundesregierung eine solche Zusage grundsätzlich begrüßen, und falls nein, weshalb nicht?

Derartige Zusicherungen sind der Bundesregierung nicht bekannt. Die Kraftwerksbetreiber sind nicht verpflichtet, Zusicherungen dieser Art abzugeben. Auch der Gesetzentwurf der Bundesregierung sieht keine solchen Verpflichtungen vor.

58. Gibt es schriftliche Zusagen, Selbstverpflichtungen oder vergleichbares von Unternehmen, die den Bau von Kraftwerken vorantreiben, dass diese Kraftwerke auf CCS umgerüstet werden, sobald die CCS-Technologie zur Verfügung steht?

Der Bundesregierung liegen keine derzeitigen Zusagen vor. Allerdings haben verschiedene Unternehmen angekündigt, dass sie bereits heute beim Kraftwerksneubau Vorkehrungen treffen wollen, um die spätere CCS-Nachrüstbarkeit zu ermöglichen.

59. Behält es sich die Bundesregierung vor, zu einem späteren Zeitpunkt, die Nachrüstung von CCS-Technologie für zu diesem Zeitpunkt in Betrieb oder im Bau befindliche Kohlekraftwerke verpflichtend vorzuschreiben?

Die Europäische Richtlinie zur CO₂-Speicherung sieht vor, anlässlich der nächsten Überprüfung der Richtlinie und ihrer Umsetzung auch zu prüfen, ob eine verpflichtende Einführung von CCS erwogen werden sollte. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist keine solche Verpflichtung vorgesehen.

60. Welche vorhandenen Kohlekraftwerke (größer als 300 MW) sind aus Sicht der Bundesregierung für eine Nachrüstung mit CCS-Technologie geeignet und welche nicht?

Die Bundesregierung nimmt keine derartigen Einschätzungen vor.

61. In welchem Umfang erwartet die Bundesregierung für den Zeitraum zwischen 2010 bis 2020 einen Neubau von Kohlekraftwerken, und wie viele von diesen Kraftwerken werden CCS-Kraftwerke sein?

Nach Angaben des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) sind derzeit etwa 24 Kohlekraftwerke in Planung bzw. im Bau. Davon sollen zwei bis drei Kraftwerke mit CCS-Technologien als Demonstrationsvorhaben realisiert werden.

62. In welchem Umfang erwartet die Bundesregierung für den Zeitraum zwischen 2020 bis 2030 einen Neubau von Kohlekraftwerken, und wie viele von diesen Kraftwerken werden CCS-Kraftwerke sein?

Auf die Antwort der Bundesregierung zu Frage 20 der Kleinen Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/12672 vom 22. April 2009, wird verwiesen.

63. Bis zu welchem Kraftwerksalter macht es aus Sicht der Bundesregierung noch Sinn, dass ein Kraftwerk auf CCS-Technologie nachgerüstet wird?

Die Bundesregierung nimmt hierzu keine Abschätzungen vor.

64. Welche Gebots- und/oder Anreizsysteme hält die Bundesregierung für sinnvoll, um Kraftwerksbetreiber zur Nachrüstung mit CCS-Technologie zu bewegen?

Die Frage einer Nachrüstung von Kraftwerken mit CCS-Technologien wird sich erst stellen, wenn diese Technologie großtechnisch erprobt und kommerziell verfügbar ist sowie ihre Umweltverträglichkeit erwiesen hat.

Weitere offene Fragen

65. Wird es gemäß des CCS-Gesetzentwurfs rechtlich möglich sein, dass CO₂ aus Kraftwerken, die außerhalb Deutschlands (z. B. Polen oder Tschechien) gelegen sind, in Deutschland endgelagert wird, und falls ja, was wird die Bundesregierung tun, um den Pipelinebau zu unterstützen bzw. zu ermöglichen?
66. Wird es gemäß des CCS-Gesetzentwurfs rechtlich möglich sein, dass in deutschen Kraftwerken abgeschiedenes CO₂ in anderen Ländern endgelagert wird?

Die Bundesregierung verweist auf die entsprechende europäische Richtlinie zu CCS und auf ihre Antwort zu Frage 34 der Kleinen Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/12672 vom 22. April 2009.

67. Wie gelingt der Abgleich zwischen Umfang und zeitlichem Anfall von CO₂ an den jeweiligen Kraftwerks- und (groß-)industriellen Punktquellen mit ihrer Entfernung zu den, für die CO₂-Speicherung geeigneten geologischen Formationen und ihrer Beschaffenheit (Speicherpotenzial, Aufnahmevermögen, zeitliche Verfügbarkeit, Pipelinekapazitäten)?

Der Abgleich zwischen CO₂-Quellen und geologischen Senken ist eine wichtige Grundlage für den möglichen kommerziellen Einsatz der CCS-Technologien. Der Gesetzentwurf der Bundesregierung (Bundestagsdrucksache 16/12782 vom 27. April 2009) sieht eine bundesweite Analyse und Bewertung der Potenziale für die dauerhafte Speicherung vor.

68. Würden aus Sicht der Bundesregierung die seit Jahren und in den nächsten Jahren kostenlos vergebenen CO₂-Zertifikate eine gute Basis für die Finanzierung von CCS-Kraftwerken, CCS-Infrastruktur und CO₂-Endlagerstättenerschließungen darstellen – vor allem als Alternative zu staatlichen Subventionen?

Die Bundesregierung verweist hierzu auf ihre Antwort zu den Kleinen Anfragen der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „CO₂-Abscheidung und Lagerung“, Bundestagsdrucksache 16/12672 vom 22. April 2009 und „Zukunft der Kohleverstromung“, Bundestagsdrucksache 16/9032 vom 5. Mai 2008.

69. Was spricht aus Sicht der Bundesregierung gegen einen Parlamentsvorbehalt bei Verordnungen im Rahmen des CCS-Gesetzes?

Die Bundesregierung hält einen Parlamentsvorbehalt für die Regelung insbesondere technischer und administrativer Detailfragen im Rahmen des CCS-Rechtsrahmens nicht für erforderlich. Dem Deutschen Bundestag steht es jedoch frei, dies anders zu entscheiden.

70. Wieweit sind die Arbeiten an den einzelnen Verordnungen des CCS-Gesetzes gediehen und plant die Bundesregierung, diese Verordnungen noch in dieser Legislaturperiode zu verabschieden und in Kraft zu setzen?

Die Bundesregierung wird mit den Arbeiten an Verordnungen beginnen, sobald der von der Bundesregierung vorgelegte Gesetzentwurf vom Deutschen Bundestag und Bundesrat verabschiedet und in Kraft getreten ist. Eine Verabschiedung von Verordnungen noch in dieser Legislaturperiode ist vor diesem Hintergrund wenig realistisch.

71. Was spricht aus Sicht der Bundesregierung gegen inhaltlich und politisch genau spezifizierte Verordnungsermächtigungen im CCS-Gesetz, so dass nur die technische Umsetzung im Rahmen der Verordnungen zu erfolgen hat, während der Gesetzgeber die genauen inhaltlichen Vorgaben politisch bestimmen kann?

Die Bundesregierung ist der Auffassung, dass in ihrem Gesetzentwurf (Bundestagsdrucksache 16/12782 vom 27. April 2009) die Verordnungsermächtigungen hinreichend genau spezifiziert sind.

72. Was spricht aus Sicht der Bundesregierung gegen eine weitreichende Bürgerbeteiligung bei
- a) der Erkundung des „CO₂-Speichers“,
 - b) der Untersuchungsgenehmigung für den „CO₂-Speicher“,
 - c) Planfeststellungsverfahren beim Pipelinebau und
 - d) Planfeststellungsverfahren bei der Endlagerebene?

Die Bundesregierung verweist diesbezüglich auf ihre Ausführungen in der Begründung zum Gesetzentwurf (Bundestagsdrucksache 16/12782 vom 27. April 2009).

73. Handelt es sich aus Sicht der Bundesregierung um ein „CCS-Ermöglichungs-Gesetz“?

Ja. Gleichzeitig werden hinreichend hohe Sicherheits- und Umweltstandards definiert, um eine dauerhaft sichere CO₂-Speicherung gewährleisten zu können.

74. Wieso wird die Erteilung von (kommerziellen) Endlagergenehmigungen nicht von der Bewertung gemäß § 5 des Gesetzentwurfs durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und deren Ergebnissen abhängig gemacht?

Die Analyse und Bewertung der Speicherpotenziale nach § 5 des Gesetzentwurfs der Bundesregierung ist eine wichtige Grundlage im Hinblick auf Planfeststellung für die Errichtung und den Betrieb von Kohlendioxidspeichern durch die entsprechenden Landesbehörden. Die vorgeschlagene Regelung trägt im Übrigen der verfassungsmäßigen Kompetenzverteilung zwischen dem Bund und den Bundesländern Rechnung. Die Bundesregierung verweist hierzu im Einzelnen auf ihre Begründung zum Gesetzentwurf zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid (Bundestagsdrucksache 16/12782 vom 27. April 2009).

75. Wieso enthält der Gesetzentwurf weder eine Revisionsklausel noch einen Vorbehalt, wonach der kommerzielle Einsatz von CCS positive Ergebnisse der Demonstrationsprojekte voraussetzt?

Der Gesetzentwurf der Bundesregierung enthält in § 43 eine Evaluierungsklausel. Da sich bereits die Demonstrationsprojekte unter realen Bedingungen des neuen Rechtsrahmens bewähren sollen, bedarf es keines weiteren Vorbehaltes. Für die Demonstrationsphase soll kein „Anforderungsrabatt“ gewährt werden. Durch die oben genannte Evaluierungsklausel wird sichergestellt, dass durch die Demonstrationsphase gewonnene neue Erkenntnisse für die Zeit nach dem Jahr 2015 berücksichtigt werden.

76. Wieso enthält der CCS-Gesetzentwurf keine bundeshoheitliche Planung auf der Grundlage entsprechender Regelungen im Raumordnungsgesetz, obwohl das BMWi, das BMU sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung eine solche bundeshoheitliche Planung in ihrem gemeinsamen Bericht 2007 noch für notwendig erachtet hatten?

Die Bundesregierung hält die derzeitigen rechtlichen raumplanerischen Grundlagen für ausreichend.

77. Fordert aus Sicht der Bundesregierung das EU-Recht eine Auswahl möglicher Speicherstätten durch den Staat, und ist diese Auswahl aus Sicht der Bundesregierung eine Bedingung für die Genehmigung zur CO₂-Endlagerung bzw. „Speicherung“?

Das EU-Recht fordert eine solche Auswahl durch den Staat nicht.

78. Auf welches Niveau sollen die Anforderungen an Errichtung und Betrieb und die Stilllegung von „CO₂-Speichern“ entgegen der sonst üblichen Anforderung des „Standes von Wissenschaft und Technik“ angehoben bzw. gesenkt werden, und hält die Bundesregierung die Standards für geringer oder höher als sonst bei Genehmigungsverfahren üblich?

Der Vorsorgemaßstab für die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung beurteilt sich nach dem anerkannten Stand von Wissenschaft und Technik. Damit ist der Maßstab höher als bei anderen Zulassungsverfahren, die auf den Stand der Technik abstellen (z. B. Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG), Bundesberggesetz (BBergG).

79. Ist die Bundesregierung der Auffassung, dass die Genehmigungsanforderungen an Errichtung, Betrieb und Stilllegung geringer sind als die Anforderungen an die Pflichtenübertragung vom Betreiber auf die Länder?

Der in § 13 Absatz 1 Satz 1 Nummer 4 im Gesetzentwurf der Bundesregierung formulierte Vorsorgemaßstab beurteilt sich auf Grundlage des von der Rechtsprechung anerkannten Standes von Wissenschaft und Technik und stellt damit klar, dass es für die Beurteilung nicht auf wissenschaftliche Einzelmeinungen oder -thesen ankommt.

80. Welcher Maßstab gilt für die Gewährleistung der Langzeitsicherheit des CO₂-Endlagers im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für Betrieb und Errichtung des Endlagers nach § 13 Absatz 1 Nummer 2 des CCS-Gesetzesentwurfs?

Da für die Langzeitsicherheit kein eigener Vorsorgemaßstab benannt ist, beurteilt sich die Vorsorge für die Errichtung und den Betrieb nach der Regelung in § 13 Absatz 1 Nummer 4 des Gesetzentwurfes der Bundesregierung.

81. Handelt es sich dabei um den selben Maßstab wie in § 31 Absatz 2 des Gesetzentwurfes für die Übertragung der Verantwortung oder um denselben Maßstab wie in § 13 Absatz 1 Nummer 4 des CCS-Gesetzesentwurfes?

Im Falle des § 31 Absatz 2 des Gesetzentwurfes der Bundesregierung beurteilt sich die Langzeitsicherheit nach dem Stand von Wissenschaft und Technik, im Falle von § 13 Absatz 1 Nummer 4 nach dem anerkannten Stand von Wissenschaft und Technik.

82. Welche Arten der Deckungsvorsorge erachtet die Bundesregierung für sinnvoll?

Auf den Gesetzentwurf der Bundesregierung und die ausführliche Begründung (Bundestagsdrucksache 16/12782 vom 27. April 2009) wird verwiesen.

83. Welche Kriterien sollen bei der Festlegung der Höhe und Anpassung der Deckungsvorsorge gelten; wer legt diese Kriterien fest, und welche unabhängigen wissenschaftlichen Institutionen sollen bei der Entwicklung der Kriterien eingebunden werden, und welche Einflussmöglichkeiten soll das Parlament bei der rechtlichen Erstellung der Kriterien erhalten?

Die grundlegenden Kriterien, an denen die Deckungsvorsorge zu bemessen ist, ergeben sich aus § 31 Absatz 3 des Gesetzentwurfes der Bundesregierung. Der

erforderliche Umfang, die zulässigen Arten, die Höhe und die Anpassung der Deckungsvorsorge sollen in einer Rechtsverordnung nach § 33 Absatz 1 konkretisiert werden. Unabhängige wissenschaftliche Institutionen, die in die Konkretisierung eingebunden werden sollen, können zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht bestimmt werden. Eine Beteiligung des Deutschen Bundestages wird für nicht erforderlich gehalten, da eine solche Beteiligung in vergleichbaren Fällen (§ 13 Absatz 3 i. V. m. § 54 des Atomgesetzes (AtG), § 36 Absatz 4 i. V. m. § 59 KrW-/AbfG, § 56 BBergG – hier gänzlich ohne Rechtsverordnungsermächtigung) ebenfalls nicht besteht.

84. Wieso enthält der Gesetzentwurf keine Vorgabe, wonach der Nachweis der erforderlichen Deckungsvorsorge dem Antrag auf Erteilung eines Planfeststellungsbeschlusses beigelegt sein muss?
85. Zu welchem Zeitpunkt muss nach Auffassung der Bundesregierung die Deckungsvorsorge gewährleistet und verfügbar sein?

In Übereinstimmung mit Artikel 19 Absatz 1 der CCS-Richtlinie ist im Gesetzentwurf vorgesehen, dass die Deckungsvorsorge bei Antragstellung noch nicht getroffen sein muss. Aus § 13 Absatz 1 Nummer 7 ergibt sich, dass die Deckungsvorsorge aber vor Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses zu treffen ist.

86. Welche Aufwendungen muss ein Betreiber eines CO₂-Speichers konkret in Form eines „Nachsorgebeitrags“ leisten, mit dem die vorhersehbaren Aufwendungen der Überwachung für weitere 30 Jahre abgedeckt werden?

Die Bundesregierung verweist auf die von ihr in § 31 und § 32 des Gesetzentwurfes zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid (Bundestagsdrucksache 16/12782 vom 27. April 2009) vorgeschlagenen Vorschriften sowie auf die entsprechenden Teile der Gesetzesbegründung.

87. Stimmt die Bundesregierung zu, dass das Verursacherprinzip ein grundlegendes Prinzip des europäischen Umweltrechtes ist, und ist die Bundesregierung der Auffassung, dass auch nach über 30 Jahren nach Schließung des CO₂-Endlagers bzw. „CO₂-Speichers“ der Grundsatz des Verursacherprinzips gelten soll, und wie begründet die Bundesregierung, dass andere als die Verursacher für etwaige Schäden gerade stehen sollen?

Die Bundesregierung betrachtet das Verursacherprinzip als ein grundlegendes Prinzip des deutschen Umweltrechts. Das Verursacherprinzip soll auch länger als 30 Jahre nach Schließung des Kohlendioxidspeichers gelten. Ein Verantwortungsübergang kann frühestens 30 Jahre nach Abschluss der Schließung stattfinden. Wichtiger als diese Mindestfrist ist aber, dass der Verantwortungsübergang nur dann stattfinden kann, wenn der Betreiber einen aktuellen Langzeitsicherheitsnachweis erstellt hat und eine Beurteilung nach dem Stand von Wissenschaft und Technik ergibt, dass die Langzeitsicherheit gegeben ist. Aufwendungen, die nach Verantwortungsübergang entstehen, werden durch den Nachsorgebeitrag abgesichert. Der Nachsorgebeitrag muss mindestens die Überwachungskosten für einen Zeitraum von 30 Jahren nach Verantwortungsübergang abdecken. Die Länder können weitere Aufwendungen in den Nachsorgebeitrag einbeziehen. Durch den Nachsorgebeitrag kann sichergestellt werden, dass ab einem Zeitpunkt von 30 Jahren nach Schließung des Kohlendioxidspeichers nicht andere als der Verursacher für etwaige Schäden gerade stehen müssen.

88. Wie lange soll der Langzeitsicherheitsnachweis gelten – 1 000 Jahre, 10 000 Jahre, 100 000 Jahre, eine Million Jahre oder länger, und falls ja, wie lange?

Die Europäische Richtlinie für CCS sieht vor, dass nur Kohlendioxidspeicher genehmigt und die Haftung vom Betreiber auf den Staat übertragen werden darf, wenn der Kohlendioxidspeicher vollständig und dauerhaft dicht ist. Der Sicherheitsnachweis muss dies auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Informationen belegen.

89. Teilt die Bundesregierung die Rechtsauffassung, dass das Gemeinschaftsrecht der Europäischen Union ein positives Prüfergebnis im Hinblick auf die Verfügbarkeit geeigneter Speicherstätten, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der Transportnetze sowie der Nachrüstung einer CO₂-Abscheidung als Voraussetzung für die Genehmigung eines Kraftwerks mit einer elektrischen Nennleistung ab 300 Megawatt vorsieht, und falls ja, wieso beinhaltet der Gesetzentwurf diese Genehmigungsvoraussetzung nicht zwingend?

Die entsprechende europäische Richtlinie knüpft die Freihaltung von Flächen für die Nachrüstung von CCS-Anlagen an ein positives Prüfergebnis im Hinblick auf die Verfügbarkeit geeigneter Speicherstätten und die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der Errichtung von bzw. des Anschlusses an entsprechende Kohlendioxid-Transportleitungen. Die Bundesregierung hat dies in ihrem Gesetzesvorschlag in Artikel 6 umgesetzt.

90. Welche Anliegen verfolgt die Bundesregierung damit, dass sie in § 32 Absatz 2 des CCS-Gesetzentwurfs die Möglichkeit schafft, eine vorgezogene Haftungsübertragung als die vorgesehenen 30 Jahre an die Bundesländer durchzuführen?

Die Bundesregierung verweist auf die Begründung zu ihrem Gesetzentwurf (Bundestagsdrucksache 16/12782 vom 27. April 2009).

91. Wie definiert die Bundesregierung in diesem Zusammenhang den Begriff „Einzelfall“ in § 32 Absatz 2 Satz 2 KSpG-E?

Um Einzelfälle handelt es sich dann, wenn es sich nicht um regelmäßige wiederkehrende Fälle handelt.

92. Hat die Bundesregierung schon eine Einschätzung, wie viele mögliche „Einzelfälle“ einer vorgezogenen Haftungsübertragung eintreten könnten – gerade vor dem Hintergrund, dass die Zuständigkeit bei den Bundesländern liegt und somit – theoretisch gesehen – mindestens 16 Einzelfälle möglich wären, und wird damit nicht die Regelung in § 32 Absatz 1 KSpG-E ausgehöhlt?

Nein, die Bundesregierung kann bislang keine diesbezügliche Einschätzung vornehmen.

93. Wie gedenkt die Bundesregierung sicherzustellen, dass es zu keiner Aus-
höhlung der eigentlich angedachten Regelung in § 32 Absatz 1 KSpG-E
kommt?

Es wird Aufgabe der zuständigen Genehmigungsbehörden der Länder sein, dies
sicherzustellen.

